



4. Una lente biconvexa de vidrio, de índice de refracción 1,55, tiene caras cuyos radios son 27 y 30 cm, respectivamente. La lente se coloca sobre un espejo plano horizontal con la cara de radio 30 cm tocando a la superficie del espejo. Si el espacio entre la lente y el espejo se llena con un líquido de índice de refracción 1,35. Determinar:

- Las distancias focales de la lente de vidrio y de la lente de líquido.
- La distancia focal de esta combinación y su potencia.

### Referencias

<http://forum.lawebdefisica.com/threads/25813-Lentes-dioptr%C3%ADa-esf%C3%A9rica>

a) En una lente las distancias focales objeto e imagen tienen el mismo valor pero signos opuestos, aunque tengan radios distintos en ambas caras.

Asumimos que se trata de una lente plana, por lo que utilizamos la ecuación del constructor de lentes

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = (n_L - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{f'}$$

Para la lente de vidrio, al ser biconvexa en convergente, según convenio de signos DIN 1335  $f' > 0$ , tomamos sentido de propagación desde el aire, por lo que  $R_1 = +30$  cm y  $R_2 = -27$  cm

$$(1,55 - 1) \left( \frac{1}{30} - \frac{1}{-27} \right) = \frac{1}{f'_{\text{vidrio}}} \Rightarrow f'_{\text{vidrio}} = 25,84 \text{ cm}$$

Para la lente de agua, se trata de una lente cóncava-plana, según convenio de signos DIN 1335  $f' < 0$ , tomamos sentido de propagación desde agua, por lo que  $R_1 = -30$  cm y  $R_2 = \infty$

>El hecho de que haya un espejo no se utiliza para nada más que para que dar forma plana a una de las superficies de la lente de agua, no se indica ningún cálculo de imagen con ese dato.

En la ecuación del constructor de lentes ponemos el índice de refracción relativo entre el índice de la lente (agua) y el del medio. Y aquí hay que pensar cual es el medio que rodea la lente:

físicamente hay contacto con vidrio por un lado y espejo por el otro, pero se está calculando para la lente, y asumimos que está rodeada de aire y usamos luego superposición. Por analogía, se puede pensar en que si se colocan dos lentes juntas (es precisamente lo que se usa en apartado b), la potencia resultante es la suma de potencias dos lentes, pero es indistinto de qué estén realizadas las lentes y de si son biconvexas, plano-convexas, plano-cóncavas, así que si se juntasen por la cara plana dos lentes hechas de vidrios distintos, se suman potencias de cada una que se han calculado como si estuvieran en aire. También se puede pensar en que no estuvieran totalmente en contacto sino separadas por una capa muy fina de aire.

$$(1,35 - 1) \left( \frac{1}{-30} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{1}{f'_{\text{agua}}} \Rightarrow f'_{\text{agua}} = -85,71 \text{ cm}$$

b) Si se colocan dos lentes juntas, la potencia resultante es la suma de potencias

Expresamos las potencias en dioptrías, para lo que expresamos distancias focales en m.

$$P_{\text{total}} = P_{\text{vidrio}} + P_{\text{agua}} = \frac{1}{0,2584} + \frac{1}{-0,8571} = 2,70 \text{ dioptría}$$

La distancia focal de la combinación la podemos obtener a partir de la potencia total

$$P_{\text{total}} = \frac{1}{f'_{\text{total}}} \Rightarrow f'_{\text{total}} = \frac{1}{2,70} = 0,370 \text{ m} = 37,0 \text{ cm}$$

Como se pide calcular primero la distancia focal, la podríamos haber calculado deduciendo la expresión que indica que se suman inversas de distancias focales imagen, que son las potencias

$$\frac{1}{s'_{\text{vidrio}}} - \frac{1}{s_{\text{vidrio}}} = \frac{1}{f'_{\text{vidrio}}}; \frac{1}{s'_{\text{agua}}} - \frac{1}{s_{\text{agua}}} = \frac{1}{f'_{\text{agua}}}$$

Si las lentes están juntas,  $s'_{\text{vidrio}} = s_{\text{agua}}$



$$\frac{1}{s'_{\text{agua}}} - \frac{1}{s_{\text{vidrio}}} = \frac{1}{f'_{\text{vidrio}}} + \frac{1}{f'_{\text{agua}}}$$

*Comentario: no hay un símbolo oficial para la dioptría.*

<http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-927#niv>

*(k) Esta unidad no está recogida en los documentos adoptados por la Conferencia General de Pesas y Medidas.*